

FACULTÉ DE MÉDECINE 1 E PARIS

ANNEE 1937

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Alexandre NÉMETH

Né le 17 Décembre 1910, à ORADÉA (Roumanie)

De la Purification des Eaux
par le Procédé de la Verdunisation

Président : M. Louis TANON, professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

—
1937

FACULTÉ DE MÉDECINE 1^E PARIS

ANNEE 1937

THÈSE

N^o _____

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Alexandre NÉMETH

Né le 17 Décembre 1910, à ORADÉA (Roumanie)

De la Purification des Eaux
par le Procédé de la Verdunisation

Président : M. Louis TANON, professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1937

I. — Professeurs

MM.

ROUVIERE
Léon BINET
STROHL
POLONOVSKI.
Robert DEBRE
ERUMPT.
BAUDOUIN
ABRAMI.
CHEVASSU.
ROUSSY.
CHAMPY.
TUFFINEAU
HARVIER.
TANON.
BALTHAZARD.
LAIGNEL-
LAVASTINE
FIESSINGER.
CHIRAY
LOEPER.
CARNOT.
Marcel LABBE.
CLERC.
LEREBoullet
NOBECOURT.
H. CLAUDE.
GOUGEROT.
GUILLAIN.
LEMIERRE.
CUNEO.
GOSSET.
GREGOIRE.
LENORMANT.
TERRIEN.
MARION.
LEVY-SOLAL ...
COUVELAIRE
JEANNIN.
MOCQUOT.
OMBREDANNE
RATHERY.
LEMAITRE.
Pierre DUVAL
Maur. VILLARET
BEZANCON.
MATHIEU.
LAUBRY.
HOVELACQUE
MULON.
OLIVIER.
VERNE

Anatomie
Physiologie
Physique médicale
Chimie médicale
Bactériologie
Parasitologie et histoire naturelle médicale
Pathologie médicale et générale
Pathologie médicale
Pathologie chirurgicale
Anatomie pathologique
Histologie
Pharmacologie et matière médicale
Thérapeutique
Hygiène et médecine préventive
Médecine légale
Histoire de la médecine et de la chirurgie
Pathologie expérimentale et comparée
Hydrologie thérapeutique et climatologie
Clinique médicale
Hygiène et clinique de la première enfance
Clinique des maladies des enfants
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques
Clinique des maladies du système nerveux
Clinique des maladies infectieuses
Clinique chirurgicale
Clinique ophtalmologique
Clinique urologique
Clinique d'accouchements
Clinique gynécologique
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie
Clinique thérapeutique médicale
Clinique oto-rhino-laryngologique
Clinique thérapeutique chirurgicale
Clinique propédeutique
Clinique de la Tuberculose
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte
Clinique cardiologie
Professeurs sans chaire

II. — Agrégés en exercice

MM

AMELINE..... Pathologie chirurgicale.
BARIETY Pathologie médicale.
BENARD Henri Pathologie médicale.
BERNARD Et... Pathologie médicale.
BESANÇON (J.) Hydrologie.
BOULIN Pathologie médicale.
BULLIARD Histologie.
CATHALA Pathologie médicale.
COSTE Pathologie médicale.
FEY Pathologie médicale.
DCGNON Physique.
FUNCK Urologie.
BRENTANO
GASTINEL Pathologie chirurgicale.
GAILLIARD Parasitologie.
CHEVALLIER . Bactériologie.

MM.

DE GAUDART
D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale
DE GENNES... Pathologie médicale.
GAYET Physiologie.
GIROUD Histologie.
HAGUENAU ... Pathologie médicale.
HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD Pharmacologie.
HUGUENIN Anatomie pathologique
JOANNON Hygiène.
LACOMME Obstétrique.
LANTUEJOUL.. Obstétrique.
LAROCHÉ Guy. Pathologie médicale
LELONG Pathologie médicale.



MM.

LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
LEVY (M ^{re} J) ..	Pharmacologie.
LEVY-VALENSI.	Neurologie et Psychiatrie.
MENEGAUX ...	Pathologie chirurgicale.
MOLLARET ...	Pathologie médicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET.	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN	Pathologie médicale.
OBERLING	Anatomie pathologique.
PETIT	
DUTAILLIS.	Pathologie chirurgicale.

MM.

PIEDELIEVRE .	Médecine légale
PORTES	Obstétrique.
RENARD (L.).	Ophtalmologie.
RICHEL	Physiologie.
SANNIE	Chimie biologique.
SENEQUE	Pathologie chirurgicale
TROISIER	Pathologie expérimentale
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM

ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY-	
BERT	Physiologie.
GUENIOT.....	Obstétrique.

MM.

LARDENMOIS....	Pathologie chirurgicale.
LEROUX	Anatomie pathologique
NEVEU-	
LEMAIRE ...	Parasitologie.
PHILIBERT ...	Bactériologie.
VAUDESCAL.....	Obstétrique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.

ALAJOUANINE.	} Clinique médicale.	
AUBERTIN		
BRULÉ		
CHABROL		
DONZELOT		
DUVOIR		
LIAN		
PASTEUR.		
VALLERY-RADOT.		
SEZARY		

MM.

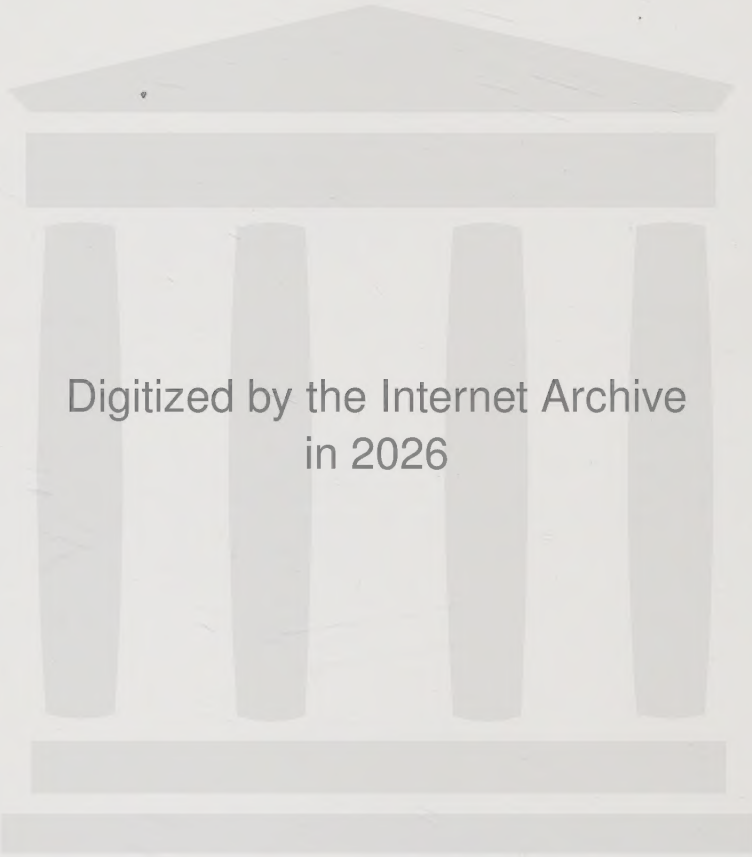
BASSET	} Clinique chirurgicale	
BROCG		
CADENAT		
GATELLIER		
HEITZ-BOYER .		
MOURE		
QUENU		
SCHWARTZ		
VELTER		
ECALLE	} Clinique obstétricale	
LE LORIER		
METZGER		

V. — Chargés de cours

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé..	Microbiologie.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MES PARENTS

A MA SŒUR, A MES FRERES,

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LOUIS TANON

Professeur d'Hygiène et de Médecine préventive

à la Faculté de Médecine de Paris

Professeur à l'Institut de Médecine Coloniale

et à l'Institut Supérieur d'Hygiène

Membre de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'Honneur

Qui nous a fait l'honneur de bien
vouloir accepter la présidence de cet-
te thèse.

A MONSIEUR PH. BUNAU-VARILLA

*Ancien élève de l'Ecole Polytechnique
Grand Officier de la Légion d'Honneur*

Dont les ouvrages sont à l'origine de
cette thèse et qui nous a si aimable-
ment accueilli.

Nous lui exprimons notre profond
respect et notre sincère reconnais-
sance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR TECHOUÉYRES

*Directeur de l'Ecole de Médecine de Reims
Directeur du Bureau d'Hygiène et du Centre Régional
Anticancéreux de Reims
Officier de la Légion d'Honneur*

Dont les travaux ont inspiré cette
thèse.

En reconnaissance de ses précieux
conseils pendant nos études et du
grand intérêt qu'il nous a toujours
porté.

Qu'il trouve ici le témoignage de
notre respectueux attachement.

A MONSIEUR LE DOCTEUR BONNENFANT

*Médecin-Chef des Hôpitaux de Soissons
Président de l'Union Hospitalière du Nord-Est
Chevalier de la Légion d'Honneur*

A MONSIEUR LE DOCTEUR ROY

*Chirurgien des Hôpitaux de Soissons
Ancien Interne des Hôpitaux de Paris
Ancien Chef de Clinique de la Faculté de Médecine de Paris*

En les remerciant de l'enseignement
qu'ils nous ont donné et de la grande
bienveillance qu'ils n'ont cessé de
nous témoigner.

A MES MAÎTRES DE L'HÔPITAL CIVIL DE SOISSONS

A MES MAÎTRES DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
ET DE L'HÔPITAL CIVIL DE REIMS

A MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES HÔPITAUX DE PARIS

DE LA PURIFICATION DES EAUX PAR LE PROCEDE DE LA VERDUNISATION

CONSIDERATIONS GENERALES ET HISTORIQUE

Les travaux considérables entrepris par les citadins de tous les siècles pour s'assurer une eau de boisson saine montrent bien qu'aux époques les plus lointaines de la civilisation, on connaissait les effets nocifs de l'eau impure. Cependant, on ignorait les microbes et le problème ne se précise guère qu'après les travaux de PASTEUR.

On comprit que les caractères que l'on exigeait jusqu'alors d'une eau pour la qualifier de *potable* étaient illusoires, puisqu'une eau se présentant sous les dehors les plus séduisants pouvait renfermer de redoutables germes.

La *pureté* d'une eau résulte exclusivement de l'absence d'organismes vivants, de microbes notamment et seule l'analyse microbiologique peut nous fixer à cet égard.

De très nombreux procédés physiques mécaniques et chimiques ont été inventés pour assurer une purification convenable des eaux de boisson.

Dans ce travail, nous nous proposons de décrire la *Verdunisation*, procédé simple et efficace, comme nous le montrent les nombreuses expériences et les résultats obtenus depuis plusieurs années d'application.

La Verdunisation a été découverte en 1916, lors de l'attaque de Verdun par le Chef de Bataillon du Génie, Ph. BUNAU-VARILLA, Chef du Service des Eaux de l'Armée de Verdun, qui avait recherché l'action des petites doses d'hypochlorite de soude imperceptibles au goût et à l'odorat, doses inférieures à celles qui étaient prescrites pour la javellisation.

Elle a été, pendant près de deux ans, appliquée à l'alimentation des 300.000 hommes et des 140.000 chevaux qui formaient cette armée.

En 1924, le Professeur TÉCHOUEYRES, Chef du Bureau d'Hygiène de Reims, sur la foi de ses multiples expériences, appliqua à la Ville de Reims ce procédé qui, jusqu'alors, n'avait été utilisé que pendant la guerre.

DEFINITION

La Verdunisation est un procédé de purification de l'eau de consommation, qui réalise instantanément l'élimination des bactéries pathogènes et des témoins de leur présence éventuelle (colibacilles) avec une dose d'hypochlorite extrêmement faible. Cette dose est absolument insensible au goût et à l'odorat. Elle est en pratique d'un décimilligramme de chlore par litre si l'eau est limpide et de deux décimilligrammes si elle est légèrement turbide, à la condition qu'un violent brassage (donné naturellement par le passage de l'eau à travers la pompe), suive immédiatement l'introduction de l'hypochlorite.

APPAREILLAGE REALISANT PRATIQUEMENT LA VERDUNISATION

Un appareil extrêmement simple, créé en 1916 à Verdun par le Commandant BUNAU-VARILLA, assure automatiquement l'introduction de la dose requise d'hypochlorite dans l'eau aspirée par la pompe, dès que la pompe se met en marche. Il assure automatiquement la suppression de l'écoulement de l'hypochlorite dès que la pompe s'arrête.

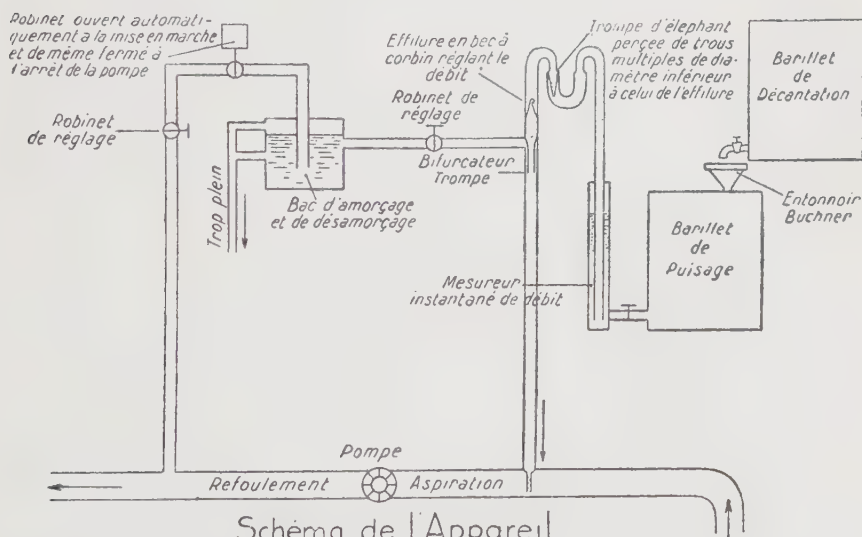


Schéma de l'Appareil
de Verdunisation Bunau-Varilla créé en 1916 à Verdun
pour ses parties essentielles

L'appareil une fois mis en route est indérèglable, et exclut l'intervention de l'homme, sauf en cas d'ac-

cident. Il n'exige qu'un nettoyage très simple à réaliser en quelques minutes deux fois par semaine ou une fois par semaine ou une fois par quinzaine, suivant la durée journalière de pompage et la nature de l'eau.

Cet appareil comporte, si on le veut, un dispositif d'enregistrement et d'avertissement automatique qui permet de vérifier, à tout instant, si l'eau pompée a bien été verdunisée et qui déclenche une sonnerie d'appel si un accident vient à interrompre la Verdunisation.

MECANISME DE LA VERDUNISATION

Les très faibles doses d'hypochlorite utilisée par la Verdunisation ne sont pas compatibles avec la théorie de l'oxydation (action chimique du chlore) qui exige la mise en œuvre de quantités considérablement plus élevées.

Pour expliquer le mécanisme de la Verdunisation, il fallait donc chercher une action autre que l'action chimique.

Dans une note présentée à l'Académie des Sciences le 25 mai 1925, MM. Ph. BUNAU-VARILLA et E. TECHOUYRES ont émis l'hypothèse suivante :

« La molécule d'hypochlorite de sodium, en attaquant la matière organique, doit émettre des rayonnements dont l'action est analogue à celle des rayons ultra-violetts sur la vie microbienne, et qui créent autour du foyer d'action chimique une zone étendue de destruction de cette vie microbienne ».

Pour vérifier cette hypothèse ils ont entrepris les expériences suivantes :

Des tubes de quartz contenant une dilution microbienne ont été plongés, les uns dans l'eau chargée de matière organique et additionnée d'hypochlorite de soude, les autres — comme témoins — dans la même eau, ne contenant pas d'hypochlorite.

Après 24 heures d'exposition aux rayonnements supposés, on ensemait en gélose une quantité constante de dilution bactérienne. La même opération était réalisée avec les témoins.

Si le rayonnement supposé existait, on devait trouver moins de colonies avec lesensemencements supposés irradiés qu'avec les témoins non irradiés.

Au cours d'une première série de soixante expériences, on constate une disparition moyenne de 29,96 % de microbes dans les tubes soumis à l'irradiation supposée.

Une deuxième série de dix-sept expériences, avec un processus un peu différent, donna 24,60 % de diminution dans le nombre des Colibacilles.

Cette communication provoqua des recherches dans la même ligne par divers savants :

— En 1927 : Communication de M. MALLET.

Il montra comment il avait rendu luminescents grâce à l'Esculine des rayons ultra-violets dégagés par la réaction d'une solution d'hypochlorite de soude à 1 % sur de l'urée.

— En 1929 : Communication de M. et Mme MAGROU et M. REISS.

Ils présentèrent les résultats d'expériences établissant qu'une réaction d'oxydation de sucre dissous exerçait une influence aberrante sur les développements des larves d'oursin, si l'aquarium renfermant ces larves était séparé par une vitre de quartz de la solution de sucre en cours d'oxydation, toute influence disparaissant si le quartz était remplacé par du verre ordinaire.

Comme les rayons ultra-violets passent par le quartz et sont arrêtés par le verre on peut déduire que ce sont eux qui résultaient de l'oxydation du sucre. Or cette réaction était entièrement analogue à la réaction du chlore sur la matière organique, réaction qui est toujours accompagnée d'oxydation.

— En 1926 : Communication de MM. PHILIBERT et RISLER :

Ils établirent la puissance microbicide de certains

rayons lumineux. Des microbes vivant dans l'eau exposée à la lumière d'un tube de néon disparaissant si on met du violet de méthyle dans l'eau. Ils sont indifférents si le violet de méthyle n'est pas éclairé aux rayons du néon ou si on les éclaire avec ces rayons sans ajouter de violet de méthyle.

Il est probable que le mélange de deux lumières détermine un rayon de longueur nouvelle que ne peuvent supporter les microbes mis en expérience.

De tout ces faits il résulte que le phénomène purifiant de la Verdunisation est basé sur l'émission de rayons analogues aux ultra-violets résultant de la réaction des particules d'hypochlorite sur la matière organique de l'eau.

Il en résulte donc, que la proportion entre la quantité de chlore et la masse de la matière organique contenue dans l'eau, qui est essentielle pour la javellisation n'a aucune signification pour la Verdunisation.

Mais il subsiste la nécessité d'augmenter la teneur en chlore, si l'eau n'est pas limpide, car les particules en suspension arrêtant les rayons il faut multiplier les centres d'émission.

M. BUNAU-VARILLA attribue l'abaissement de la mortalité à la suite de l'application de la Verdunisation non seulement à l'action microbicide, mais à des principes vitalisants, en particulier de la vitamine D, formés par les rayons supposés, qui se fixent sur certains éléments de la partie non saponifiable des graisses existant dans l'eau à l'état colloïdal et comprise dans les dosages sous la rubrique : matière organique.

RECHERCHES EXPERIMENTALES

Ordonnés par le Commandant BUNEAU-VARILLA, les premiers essais furent faits en 1916 sur les eaux de l'Hôpital de Fleury-sur-Aire qui avaient 1.000 B. Coli au litre et sur celles de Bar-le-Duc qui en avaient 33.000.

Au grand étonnement du médecin Commandant CATHOIRE, chef du Laboratoire de l'armée, tous les colibacilles disparurent dans les deux natures d'eau essayées.

De nouvelles expériences furent réalisées en diminuant la dose jusqu'à un centième de milligramme de chlore libre par litre.

Toutes, sauf les derniers, donnèrent le même résultat. Jusques et y compris la dose de un cinquantième de milligramme, l'efficacité de masses minimales et imperceptibles de chlore était démontrée.

En 1923, le Professeur TECHOUEYRES, préoccupé du problème de l'assainissement des eaux de la ville de Reims a entrepris un grand nombre d'expériences en vue de vérifier si l'action de la dose infinitésimale de $1/10^6$ de milligramme de chlore libre par litre était réellement suffisante.

Le protocole des expériences était le suivant :

1° Des ballons d'un litre remplis d'eau ordinaire (eau de Reims) étaientensemencés avec des émulsions microbiennes homogènes dont la richesse variait de 10.000 à 50.000 bactéries par litre.

2° Ces ballons recevaient des quantités variables d'eau de javel nécessaires pour constituer une série

de dilutions respectivement égales à 2, 1, 0,5, décimilligrammes par litre.

3° Des prélèvements étaient opérés dans ces ballons ainsi contaminés après des temps de contact variables de 5 minutes à 1 heure ou davantage. L'eau ainsi prélevée étaitensemencée immédiatement à la dose de 1 centimètre cube en bouillon, ou à la dose de 10 centimètres cubes en bouillon et en gélose.

4° Les tubes, ballons ou boîtesensemencés étaient examinés après 24 heures et 48 heures de séjour à l'étuve.

Les indications ainsi recueillies ont permis de relever les faits suivants :

a) Expérience faite avec le colibacille :

Stérilisation complète après un quart d'heure de contact avec une dilution de 1 décimilligramme par litre.

b) Expérience avec le Paratyphique B :

Stérilisation complète après un quart d'heure de contact avec une dilution de 1 décimilligramme par litre.

c) Expérience avec la Bactéridie charbonneuse :

Stérilisation complète après 20 minutes de contact avec une solution au décimilligramme, et après 25 minutes, avec une solution au demi-décimilligramme.

d) Expérience avec le Proteus Vulgaris :

Stérilisation complète après un quart d'heure de contact avec une solution au demi-décimilligramme.

e) Expériences effectuées avec le bacille typhique :

Voici le nombre de colonies par 10 centimètres cubes d'eauensemencés en gélose, après une heure de contact :

	Témoin	Décimilligrammes de chlore par litre		
		0,5	1	2
Première expérience	69	25	8	0
Deuxième expérience	180	»	28	0
Troisième expérience	26	2	1	0
Quatrième expérience	326	1	0	1
Cinquième expérience	249	0	0	0
Sixième expérience	150	0	0	0

INFLUENCE DU BRASSAGE. — On peut remarquer à la lecture de ce tableau que la stérilisation a été moins parfaite dans les premières expériences que dans les expériences ultérieures. Entre les premières et les dernières expériences, en effet, le processus expérimental a légèrement varié. On s'est appliqué à agiter fréquemment les ballons de façon à obtenir un mélange plus intime, et à se rapprocher ainsi des conditions de la pratique. Cette pratique — l'agitation ou brassage — qui paraît a priori d'importance secondaire, semble posséder, au contraire, une valeur de premier plan.

Ces expériences furent répétées sur l'eau de la Marne et sur une eau très impure.

Les résultats étaient une indication suffisante du caractère hautement bactéricide des faibles doses de chlore libre employées par la méthode de la Verdunisation et décidèrent la Municipalité de Reims à appliquer la méthode à partir de 1924.

Ultérieurement le Docteur J. BLANC, ancien moniteur de bactériologie à l'Institut Pasteur a effectué des expériences qui précisent singulièrement l'influence du brassage. Voici le protocole de ces expériences :

On répartit 4 litres d'eau brute de rivière dans 4 flacons stérilisés de 1 litre. On ajoute au même instant à chaque flacon une dose d'hypochlorite cor-

respondant à 2 décimilligrammes de chlore libre par litre. Après cinq minutes de contact, on ensemence chaque flacon en bouillon phéniqué et on compte après 48 heures de séjour à l'étuve à 41°5, le nombre des colibacilles développés. Mais pour chaque flacon l'introduction du chlore se fait selon des modalités différentes.

Dans le flacon 1 on laisse tomber l'hypochlorite sans toucher au flacon : flacon immobile.

Pour le flacon 2, on pratique une violente et rapide agitation cinq minutes après l'introduction du chlore : flacon agité après.

Le flacon 3, au contraire, est agité d'abord violemment et on n'ajoute le chlore que lorsque le tourbillon de l'eau n'est plus perceptible : flacon agité avant.

Enfin, pour le flacon 4, le brassage, commencé quelques secondes avant l'introduction du chlore, n'est cessé que quelques secondes après pour que l'antiseptique soit projeté dans une eau en mouvement : flacon agité avant et pendant.

Voici après 48 heures les résultats en colibacilles par litre :

Flacon immobile	600
Flacon agité après	500
Flacon agité avant	800
Flacon agité avant et pendant	0

On ne peut demander de conclusions plus formelles; aussi conviendra-t-il dans la pratique de la purification des eaux potables d'introduire le chlore au point de la canalisation où le brassage est le plus énergique, c'est-à-dire immédiatement avant les pompes.

POUVOIR ANTISEPTIQUE REMANENT. — Le chlore poursuit son action stérilisante d'une façon continue. Ain-

si laissant à la glacière (à 8°) pendant 15 à 18 heures, les 4 flacons après addition de l'hypochlorite selon les modalités décrites, on a pu constater les variations suivantes dans le nombre des colibacilles par litre :

Flacon immobile (n° 1)	650
Flacon agité après (n° 2)	20
Flacon agité avant (n° 3)	20
Flacon agité avant et pendant (n° 4) ..	0

Le pouvoir antiseptique rémanent est donc également affecté par la technique d'introduction du chlore, mais le temps de l'agitation, s'il est suffisamment rapproché de l'introduction de chlore, paraît indifférent.

Le Docteur BLANC a démontré d'autre part que le brassage violent déterminé par l'action de pompes centrifuges a pour résultat de répartir si parfaitement la liqueur hypochloritée, automatiquement entraînée, qu'il suffit de *quelques fractions de minute* pour réaliser avec 1 décimilligramme de chlore libre l'épuration d'une eau qui contient 500 à 1.000 colibacilles et qui porte une charge de matières organiques égale ou supérieure à 1 milligramme 25 par litre.

RESULTATS DE LA VERDUNISATION

Outre les maladies nettement hydriques (fièvre typhoïde, choléra, diarrhée infantile, brucelloses, dysenterie amibienne, spirochétose ictéro-hémorragique, helminthiases diverses, etc.), la qualité de l'eau influe sur la morbidité et la mortalité générale d'une ville. L'heureuse influence de la Verdunisation sur les statistiques sanitaires des villes et des établissements publics, industriels ou miniers qui ont adopté la verdunisation des eaux de tout ou partie de leur service public, vérifient cette règle générale d'hygiène.

Parmi ces statistiques nous citerons celles de Reims, Paris, Lyon, Carcassonne, Vichy et Bruxelles.

REIMS

Reims a été la première ville qui en 1924 a appliqué la Verdunisation.

Pendant cette première année d'application du système, les villages des environs de Reims eurent, en raison des pluies abondantes de l'été, à souffrir de nombreux cas de typhoïde. Pas un seul cas ne fut constaté chez les habitants de l'agglomération rémoise.

MORTALITÉ TYPHIQUE :

a) *Avant la Verdunisation* les décès dus à la typhoïde ou à la paratyphoïde ont été, dans les années

qui ont précédé 1924, les suivants pour les habitants de Reims :

en 1920	4	
en 1921	3	
en 1922	1	Moyenne annuelle: 3,25‰
en 1923	5	

b) Depuis la Verdunisation les décès survenus chez des Rémois ont été :

en 1928 1

chez un enfant dont les parents étaient porteurs de germes typhiques depuis une atteinte antérieure. Il s'agit probablement dans ce cas d'une contamination directe.

En 1934 1,

chez un enfant qui a succombé à une méningite plutôt tuberculeuse (hérédité certaine) que typhique.

En 1936 3

tous trois survenus après consommation de coquillage.

La mortalité infantile de 0 à 1 an, pour 1.000 naissances vivantes, a été à Reims :

a) avant la Verdunisation :

1921	118,14	
1922	95,92	moyenne annuelle : 106,5 ‰
1923	105,57	

b) Depuis la Verdunisation :

1924	87,19	
1925	72,77	moyenne annuelle : 82,49 ‰
1926	87,53	
1927	77,91	
1928	77,61	moyenne annuelle : 84,48 ‰
1929	97,91	

1930	79,17	
1931	72,05	moyenne annuelle : 78,24 ‰
1932	83,52	
1933	76,63	
1934	63,77	moyenne annuelle : 66,29 ‰
1935	58,47	
1936	65,39	moyenne annuelle : 65,39 ‰

PARIS

La Verdunisation a été appliquée en 1931 aux eaux brutes de rivière (Seine, Marne et Ourcq) distribuées à Paris pour les usages municipaux ou industriels à raison de 700.000 mètres cubes par jour environ, par 9 usines de pompage.

MORTALITÉ GÉNÉRALE par 1.000 habitants et par an (moyenne annuelle).

a) *Avant la Verdunisation :*

de 1925 à 1929	14,4 ‰
(pour Londres de 1925 à 1934	12,2 ‰
pour Berlin de 1925 à 1934	11,3 ‰)

b) *Depuis la Verdunisation (1930 et 1931 sont des années d'application mixte) :*

1932	13
1933	12,8
1934	12,2
1935	12
1936	11,9

MORTALITÉ TYPHIQUE ou paratyphique par 100.000 habitants et par an (maladies contractées à Paris) :

a) *Avant la Verdunisation :*

	Paris	Londres	Berlin	New-York
1927..	5,8	0,7	0,6	1,2
1928..	5,2	1,1	0,5	1,3
1929..	4,1	1,0	0,9	1,1

Cette mortalité très élevée de Paris était cependant plus basse que celle de la plupart des grandes villes de France.

b) *Depuis la Verdunisation :*

1932	2,5
1933	3,1
1934	2,8
1935	2,2
1936	1,4

Les deux manifestations éclatantes de l'infection par l'eau sont la mortalité par la fièvre typhoïde et par la diarrhée infantile. Pour cette raison nous avons cru intéressant de présenter aussi cette dernière, avant et après la Verdunisation de l'eau d'arrosage à Paris.

MORTALITÉ PAR DIARRHÉE INFANTILE au-dessous de 2 ans :

a) <i>Avant la Verdunisation:</i>	b) <i>après la Verdunisation:</i>
1925 1.044 cas	1932 551 cas
1926 1.396 —	1933 562 —
1927 836 —	1934 470 —
1928 1.167 —	1935 374 —
1929 1.251 —	1936 329 —

LYON

La Verdunisation fut adoptée à Lyon en 1928 et fut complètement en service à partir de 1930, à la fois aux eaux de consommation et d'arrosage.

MORTALITÉ GÉNÉRALE par an et par 1.000 habitants
(moyenne annuelle) :

a) *Avant la Verdunisation* :

De 1924 à 1927 13

b) *Depuis la Verdunisation* :

De 1931 à 1933 11,5

1934 10,6

1935 10,4

1936 10,3

MORTALITÉ TYPHIQUE par an et par 1.000 habitants
avant et après la Verdunisation (maladies contrac-
tées à Lyon) :

1926 3,16

1927 3,16

Survient la grande épidémie typhique de la ban-
lieue lyonnaise en 1928-1929 :

1928 9,3

1929 8,43

Verdunisation

1930 3,16

1931 0,88

1932 0,35

1933 2,06

1934 1,03

1935 0,51

1936 1,03

La Verdunisation établie à Lyon, au cours de 1929,
a empêché le développement des typhoïdes apportées
par les porteurs de germes et finalement a en 1931
éteint complètement l'épidémie.

MORTALITÉ INFANTILE de 0 à 1 an pour 1.000 nais-
sances vivantes :

a) <i>Avant la Verdunisation:</i>		b) <i>après la Verdunisation:</i>	
1921	131	1930	86
1922	129	1931	88
1923	84	1932	82
1924	80	1933	63
1925	80	1934	69
1926	94	1935	62
1927	92	1936	89
1928	106		
moyenne annuelle : 99,5		moyenne annuelle : 77	

CARCASSONNE

Carcassonne, la ville la plus typhique avant la Verdunisation n'a aujourd'hui que les typhoïdes contractées à l'extérieur.

Voici la MORTALITÉ INFANTILE de 0 à 2 ans :

a) *Avant la Verdunisation :*

	Natalité	Décès de 0 à 2 ans	‰
1920....	552	63	114
1921....	648	70	108
1922....	553	43	77,7
1923....	575	71	123
1924....	517	61	117,9
1925....	510	79	154,9

b) *Depuis la Verdunisation :*

1927....	544	78	143
1928....	556	60	107,9
1929....	622	74	118,9
1930....	632	64	101
1931....	687	59	85,8
1932....	730	60	82
1933....	665	45	67,6
1934....	706	48	67,9
1935....	709	54	76
1936....	673	24	35,6

VICHY

La MORTALITÉ TYPHIQUE de la ville de Vichy est particulièrement intéressante, du fait que sur le grand nombre des visiteurs les trois quarts sont des hépatiques bien fragiles à l'infection éberthienne et quelquefois porteurs de germes.

Le nombre des décès par typhoïde (Vichyssois et autres) a été :

a) Avant la Verdunisation:	b) après la Verdunisation:
en 1925 4	en 1931 1
1926 1	1932 1
1927 0	1933 0
1928 3	1934 1
1929 23	1935 0
1930 0	1936 1

La MORTALITÉ INFANTILE à Vichy, faible déjà avant la Verdunisation, ne présente pas de changement important depuis l'application de ce procédé.

BRUXELLES

La Verdunisation se pratique à Bruxelles depuis quatre ou cinq ans, mais non d'une façon régulière.

Voici quelques chiffres concernant la mortalité de la ville de Bruxelles :

	Mortalité pour 1.000 habi- tants	Décès de 0 à 1 an par diar- rhée et enté- rite.	Décès de typhoïde
1931	12,7	68	4
1932	13	60	8
1933	13,5	54	1
1934	11,5	27	3
1935	11,8	45	0

Pour terminer, nous citerons les statistiques partielles de MONTAUBAN et LAUSANNE.

A MONTAUBAN depuis 1932 on n'a jamais constaté de cas de typhoïde hydrique sur la canalisation. Tous les cas de typhoïde à Montauban (10 cas en 1934, 14 cas en 1935, 3 cas en 1936) ont été soit des cas d'importation, soit par consommation d'eau de puits, soit par ingestion de coquillages.

La MORTALITÉ INFANTILE de 0 à 1 an, pour 1.000 naissances vivantes a été :

1934	61
1935	62
1936	40

A LAUSANNE, la Verdunisation est appliquée depuis 1931 à une partie de l'eau de consommation.

La morbidité et la mortalité typhique à Lausanne ont toujours été et sont encore très faibles; la majorité des cas de typhoïde et de paratyphoïde constatés en cette ville sont des cas importés par des personnes ayant séjourné dans d'autres cantons de la Suisse ou à l'étranger. On compte ainsi 1 à 2 cas de typhoïde par an à Lausanne.

L'effet de la Verdunisation est donc de diminuer dans des proportions très notables, d'environ 1/5^e, la mortalité générale et dans des proportions encore plus élevées la mortalité infantile, ce qui est d'une importance considérable pour le problème de la natalité, actuellement à l'ordre du jour.

AVANTAGES DE LA VERDUNISATION

Depuis longtemps le chlore est employé à l'assainissement des eaux sous forme de chlore gazeux ou d'hypochlorite (Javellisation). On admettait que le chlore agit soit en attaquant directement la matière organique de l'eau, soit en attaquant l'eau elle-même pour s'emparer de son hydrogène et libérer l'oxygène. L'oxygène à l'état naissant attaque et brûle la matière organique. Le chlore demeurait finalement à l'état de chlorure de sodium ou de chlorure analogue en proportion infinitésimale. La parfaite innocuité de la purification par le chlore a été confirmée par de multiples expériences faites depuis une trentaine d'années dans les innombrables applications des Etats-Unis, d'Angleterre et d'Allemagne.

Ainsi la javellisation nécessitait de un à trois milligrammes de chlore par litre. Il fallait selon la dose, une attente de trois à six heures pour être assuré de la destruction des microbes pathogènes. Elle exigeait en outre un traitement secondaire à l'hyposulfite pour éliminer le chlore, qui donne à l'eau un goût nauséabond, ou pour supprimer les risques d'excès de chlore ou d'excès de produits neutralisant, des dosages précis et quotidiens.

La Verdunisation, nous l'avons vu, n'exige qu'un décimilligramme de chlore, (ce qui correspond à une goutte d'eau de Javel du commerce, à 10 degrés, par 15 litres d'eau) a une action instantanée, ne donne aucun goût à l'eau et est très économique.

On peut même descendre au-dessous du décimilligramme de chlore par litre : la ville de Lyon obtient une purification parfaite avec un demi-décimilligramme. De toute façon l'hypochlorite de soude ne devient perceptible au goût qu'au-dessus de 3 décimilligrammes de chlore par litre.

L'action de la Verdunisation est rigoureusement inoffensive, puisque nous avons vu l'innocuité de la javellisation avec des doses de chlore 20 à 60 fois plus élevées.

La Verdunisation assure de façon certaine la stérilisation et elle est applicable à toutes les eaux, calcaires ou séléniteuses ou ferrugineuses, distribuées en canalisation de fer, de plomb ou de ciment, sans aucun risque d'intoxication.

CONCLUSIONS

1. — La Verdunisation donne une solution complète autant qu'élégante du problème de l'assainissement des eaux des villes, car elle constitue un procédé commode, automatique, peu coûteux et d'une innocuité absolue.

II. — Son efficacité est prouvée par de nombreuses expériences et statistiques sanitaires.

III. — Ces statistiques présentent quelques caractères communs :

a) Abaissement de la mortalité générale. Ainsi, en ce qui concerne les statistiques de Paris et de Lyon, nous constatons la diminution progressive de cette mortalité, qui devient une des plus basses d'Europe.

b) Disparition presque complète de la fièvre typhoïde dans les villes qui ont appliqué la Verdunisation, et c'est d'autant plus intéressant que la mortalité typhique en France est relativement très élevée.

c) Chute brusque de la mortalité infantile après la Verdunisation et diminution progressive dans les années suivantes. C'est ce qui nous frappe le plus dans les statistiques de Reims, Paris, Lyon, Carcassonne et Bruxelles.

Il est certain que les diverses œuvres de protection de l'enfance ont fait beaucoup d'efforts et ce serait excessif de mettre tout le succès sur le compte de la Verdunisation, mais l'excellent résultat constaté dans

les statistiques n'aurait jamais pu être obtenu avec une eau d'une pureté imparfaite.

IV. — Les statistiques de Paris démontrent d'une façon éclatante l'importance de la stérilisation de l'eau d'arrosage et non seulement celle de la consommation.

V. — Il semble qu'on doive attribuer l'action de la Verdunisation à l'émission de rayons de la nature des ultra-violets, résultant des réactions chimiques des particules de chlore, dispersées par le brassage, sur la matière organique vivante ou non qu'elle rencontre.

Vu :

Pour le Doyen, l'Assesseur,

CUNÉO

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,

TANON.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,

ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

BATAILLON R. — Etude de la chloration de l'eau de Montpellier. *Thèse de Montpellier*, 1926.

BLANC J. — Etude de l'alimentation des villes en eau potable.

BRIAND. P. — Contribution à l'étude de l'alimentation en eau de la ville de Nantes. *Thèse de Paris*, 1934.

Bulletin décadaire de statistique municipale de Paris.

BUNAU-VARILLA Ph. et TECHOUYERES E. — Sur l'action microbicide exercée à distance sur une dilution bactérienne par une solution très étendue d'hypochlorite de sodium. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (Séance du 25 mai 1935).

BUNEAU-VARILLA Ph. — L'autojavellisation imperceptible. Baillière 1926.

— La Radiolyse chimique. Baillière 1927.

— Guide théorique et pratique de la Verdunisation. Baillière 1930.

— La Verdunisation des eaux, première manifestation de chimie bioradiante. *Revue d'Hygiène*, Tome , n° 1, janvier 1932.

COURMONT J. — Précis d'Hygiène. Masson 1932.

DANIEL G. et A. — Arts et Techniques de la Santé. Doin 1937.

LECOINTRE-PATIN R. et S. — L'eau pure. Larousse 1919.

Siècle Médical. — Verdunisation et Mortalité, 15 sept. 1933.

Statistiques de la Société des Nations.

Statistiques des bureaux d'hygiène de Reims, Lyon, Carcassonne, Vichy, Lausanne, Bruxelles, etc.

TANON L. — Hygiène, Maloine 1936.

TÉCHOUÉYRES E. — Stérilisation des eaux potables par l'auto-javellisation. *Paris Médical*, 25 juillet 1925.

— Exposé général de la méthode de purification des eaux, dite « Verdunisation ». *Mouvement Sanitaire*, 30 juin 1928.

— Contribution à l'étude des actions destructrices exercées sur les bactéries en suspension dans l'eau par les doses faibles de chlore introduites sous agitation violente et par les poudres métalliques. *Thèse science*. Masson 1929.

